

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
GENERADO POR EL TRABAJO DE OBRA BLANCA EN LA EMPRESA C&C
ARQUITECTURA Y DISEÑO S.A.S. EN LA CIUDAD DE MONTERÍA**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

GUSTAVO ENRIQUE CASTILLO MALO

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA**

2020

**EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
GENERADOS POR EL TRABAJO DE OBRA BLANCA EN LA EMPRESA C&C
ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S EN LA CIUDAD DE MONTERÍA**

GUSTAVO ENRIQUE CASTILLO MALO

**Trabajo de grado presentado en la modalidad de Trabajo de Aplicación, como
parte de los requisitos para optar el Título de Especialista en Higiene y Seguridad
Industrial.**

**Director (s):
MSc. LUIS ALFONSO GARZON AGUIRRE
DOCENE TITULAR
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA
2020**

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del
proyecto, serán responsabilidad de los autores.**

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Montería **Mes** _____ **Día** _____ **Año** _____

TABLA DE CONTENIDO.

	Pág.
RESUMEN.....	12
ABSTRAC.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivos General.....	18
2.2. Objetivos Específicos.....	18
3. MARCO DE REFERENCIA	19
3.1. Industria De La Construcción.....	19
3.2. Factores De Riesgo.....	20
3.3. Riesgos Higiénicos	20
3.4. Contaminantes Químicos.....	21
3.4.1. Clasificación de los Contaminantes Químicos	21
3.4.2. Contaminantes químicos según su forma de presentarse.....	22
3.4.3. Contaminantes Químicos Según Sus Efectos En El Organismo	23
3.4.4. Vías de entrada de los contaminantes en el organismo	24
3.4.5. Tiempo de Exposición	25
3.4.6. Susceptibilidad individual.....	26
3.4.7. Material Particulado.....	27

3.5.	Neumoconiosis	30
3.6.	Marco Conceptual	31
3.7.	Marco Legal.....	36
4.	ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	37
4.1.	C&C Arquitectura Y Diseño S A S	37
4.1.1.	Misión	38
4.1.2.	Visión.....	38
4.1.3.	Organigrama	39
4.1.4.	Mapa De Procesos	41
4.1.4.1.	Proceso De Lijado	43
4.1.5.	Jornada Laboral.....	45
4.1.6.	Descripción Del Área De Trabajo	45
4.1.7.	Herramientas Y Equipos	46
4.1.8.	MATERIALES E INSUMOS.....	47
5.	METODOLOGIA Y TRABAJO DE CAMPO.....	50
5.1.	Diagnostico.....	51
5.1.1.	Datos de los trabajadores	51
5.1.2.	Datos del proceso.....	51
5.1.3.	Factores higiénicos	52
5.2.	Estrategia Y Técnica De Muestreo.....	57
5.2.1.	Estrategia De Muestreo.....	58
5.2.2.	Técnicas De Medición	60
5.2.2.1.	Normas Y Reglamentos Utilizados.....	62

5.2.2.2.	Criterios De Valoración O Priorización.....	64
5.2.2.3.	Resultados Esperados.....	65
5.3.	Medición higiénica – Trabajo de campo	65
5.4.	Análisis de resultados	72
6.	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	75
6.1.	Conclusiones.....	75
6.2.	Recomendaciones	76
7.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA TESIS	78
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
9.	ANEXOS	82
9.1.	Anexo 1	82
9.2.	Anexo 2	84
9.3.	Anexo 3	86
9.4.	Anexo 4	87

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS	46
TABLA 2 MATERIALES.....	48
TABLA 3 CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN	56
TABLA 4 DURACIÓN Y NUMERO DE MUESTRAS.....	58
TABLA 5 ESPECIFICACIONES DE EQUIPO DE MEDICIÓN	59
TABLA 6 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN	61
TABLA 7 TLV POLVO	64
TABLA 8 PESO INICIAL DE LOS FILTROS	66
TABLA 9 DATOS EN MEDICIÓN	69
TABLA 10 DATOS FINALES RESULTADOS.....	74
TABLA 11 CRONOGRAMA	78

LISTADO DE GRAFICAS

GRAFICA 1 AGENTES EN EL AMBIENTE DE TRABAJO.....	52
GRAFICA 2 FUENTE DE GENERACIÓN DE AGENTES	53
GRAFICA 3 CONCENTRACIÓN DE POLVO EN EL AMBIENTE	54
GRAFICA 4 AFECTACIONES EN LA SALUD	54
GRAFICA 5 SON SUFICIENTE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	55

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1 LOGO C&C	38
FIGURA 2 ORGANIGRAMA DE C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S	41
FIGURA 3 MAPA DE PROCESOS	43
FIGURA 4 DIAGRAMA DE FLUJO. PROCESO DE LIJADO.....	45
FIGURA 5 MONITOR AMBIENTAL PARA MATERIAL PARTICULADO TSQUEST 3M EVM7	59
FIGURA 6 BALANZA DIGITAL OHAUS PA214.....	61

LISTADO DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 LIJADO DE FORMA MANUAL SIN UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS	49
ILUSTRACIÓN 2 LIJADO CON EL USO DEL BORRADOR	50
ILUSTRACIÓN 3 FILTROS CERRADOS HERMÉTICAMENTE	66
ILUSTRACIÓN 4 PESADO INICIAL DE LOS FILTROS.....	66
ILUSTRACIÓN 5 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO EN EL LUGAR DE MEDICIÓN	67
ILUSTRACIÓN 6 CONDICIONES AMBIENTALES HUMEDAD	69
ILUSTRACIÓN 7 CONDICIONES AMBIENTALES TEMPERATURA (°C)	70
ILUSTRACIÓN 8 MEDICIONES	70
ILUSTRACIÓN 9 MEDICIONES 2	71

RESUMEN

Palabras claves: Material particulado, concentración, medición higiénica, obra blanca, polvo, enfermedades respiratorias, higiene, seguridad industrial, enfermedades laborales, salud, trabajadores, elementos de protección personal.

Hoy en día los casos de enfermedades respiratorias en los trabajadores de obras civiles representan un gran porcentaje en el número de afectaciones físicas de las empresas que se dedican a esta labor. Sin embargo una de las principales tareas de la salud y seguridad industrial es minimizar los efectos nocivos de esto en la salud de los trabajadores.

El objetivo de esta medición es conocer la concentración de polvo generado por el proceso de lijado en obra blanca a la cual los trabajadores se encuentran expuestos. Para realizar esto se utiliza el método gravimétrico, el cual consiste en el análisis de la cantidad de un elemento, en este caso el polvo, presente en una muestra, en este caso los filtros que se colocan en el Monitor Ambiental para material particulado *TSQUEST 3M EVM7* proporcionado por el laboratorio de ingeniería industrial de la Universidad de Córdoba.

ABSTRAC

Key words: Particulate matter, concentration, hygienic measurement, white work, dust, respiratory diseases, hygiene, industrial safety, occupational diseases, health, workers, elements of personal protection.

Today the cases of respiratory diseases in civil works workers represent a large percentage of the number of physical damages of companies that engage in this work. However, one of the main tasks of industrial health and safety is to minimize the harmful effects of this on the health of workers.

The objective of this measurement is to know the concentration of dust generated by the sanding process in white work to which the workers are exposed. To do this, the gravimetric method is used, which consists of the analysis of the quantity of an element, in this case the dust, present in a sample, in this case the filters that are placed in the Environmental Monitor for particulate matter TSQUEST 3M EVM7 provided by the water laboratory of the University of Córdoba.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de aplicación y profundización se realiza en el medio ambiente de los trabajadores de obra blanca de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S.A.S. los cuales se encuentran expuestos al riesgo químico de material particulado o polvo. Esto se define como la acumulación de partículas líquidas o sólidas dispersas en la atmósfera ambiental. Estas son generadas por las diferentes actividades realizadas por los trabajadores de la empresa. El material particulado que se genera se divide en dos clases, material particulado respirable y material particulado inhalable. El material particulado respirable es aquel que ingresa al organismo por las vías respiratorias y se deposita como destino final en los alveolos pulmonares, el material particulado inhalable es el que se deposita en las vías respiratorias y tienen un tamaño mayor a 5 μm . (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013)

La incidencia del material particulado inhalable y respirable en la salud es notablemente negativa en los seres humanos, esto se manifiesta con enfermedades relacionadas con problemas respiratorios y cardiovasculares; tales como asma ocupacional, alergias, etc. Los efectos que esto puede tener en la salud del trabajador varían dependiendo de la concentración del agente químico estudiado, la densidad, el tamaño de la partícula y demás características del mismo. Es de resaltar que los controles efectuados por las empresas en los lugares de trabajo son poco efectivos sobre este problema, pues los casos de enfermedades laborales relacionadas con el material particulado siguen en aumento. (GÓMEZ, 2013)

Es necesario resaltar que el material particulado inhalable y respirable se encuentra presente en todas partes, dado que el Instituto para la salud geoambiental lo define como cualquier partícula sólida o líquida suspendida en el aire, excluyendo obviamente las partículas de vapor de agua pura. La exposición a este riesgo se presenta a diario para las personas comunes, es decir, no se necesita realizar alguna actividad en particular exponerse al riesgo. Sin embargo la exposición crónica puede generar enfermedades cardiovasculares, respiratorias y hasta cáncer de pulmón. (Instituto para la salud geoambiental, 2013)

El material particulado generado por el material y el proceso de lija se denomina polvo, este varía de tamaño por lo que se convierte en inhalable y respirable, la guía para intervención sindical de España, titulada “LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO” define polvo como la dispersión de partículas sólidas en el ambiente, haciendo la aclaración que si estas tienen una forma física alargada, es decir, que son más largas que anchas, se les denomina ‘fibras’. Medicamente la afección por la exposición al polvo se denomina ‘neumoconiosis’ o enfermedades por exposición al polvo, estas ocupan la posición número cinco en el ranking de las principales enfermedades que afectan a los trabajadores en países como España. (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2013). Este tema ha sido muy poco estudiado en América Latina, fue desarrollado principalmente en México, Brasil y Chile en las últimas dos décadas y recientemente en Colombia con poblaciones urbanas. Por este motivo la investigación toma como referente el caso español. (Salazar, 2017)

En este caso particular la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S cuenta con veinte (20) trabajadores en obra, quienes se encuentran expuestos a material particulado

en la mayoría de los servicios brindados por la empresa. El material particulado en la empresa es generado al momento de dar acabados a los cielos rasos y a los muros, para esto es necesario lijar el material aplicado en las juntas o en el caso del estuco, en toda la superficie la cual se quiere terminar, para posteriormente pintar. La exposición al material particulado cuenta con una importante incidencia en los trabajadores de la empresa, pues es particularmente destacada por los trabajadores, que son afectados por dicho riesgo. El material particulado generado por las diferentes actividades de la empresa es de diferentes tamaños por lo que es material particulado inhalable y respirable.

Según el Blog Hysla (HYSLA, 2018) en una obra hay sin número de riesgos y peligro a los que los trabajadores exponen a diario sus vidas, igualmente se exponen a agentes ambientales de tipo físico, químico, biológico y cancerígeno que ponen en riesgo su salud. Estas enfermedades pueden ser de carácter leve o grave, siendo las graves responsables de daños permanentes en el trabajador; tales enfermedades pueden ser neumoconiosis, incluidas las asbestosis y las silicosis, los trastornos músculo-esqueléticos y las hipoacusias por colocar algunos ejemplos. Estas dos últimas enfermedades, junto a las enfermedades relacionadas con la piel y las del sistema respiratorio son las de mayor preocupación para las empresas dedicadas a este mercado, pues son estas las que más incapacitan a los trabajadores hoy en día, sea de manera temporal o permanente.

El estudio de este riesgo se ve necesario pues los trabajadores de la construcción, específicamente los de obra blanca, se encuentran doblemente expuestos al material particulado, pues en el diario estar en la obra se evidencia presencia de polvo a todo momento, esta afecta incluso a los trabajadores que no son de obra blanca, como por ejemplo trabajadores de aguas, eléctricos, mampostería, administrativos, entre otros.

Diferente el caso de los trabajadores de obra blanca, que luego de comenzar sus labores diarias son sometidos a una concentración excesivamente preocupante de material particulado, polvo. Es obligación del empleador mitigar las consecuencias que este riesgo podría causar a los trabajadores de esta área pues como vimos anteriormente los problemas respiratorios y relacionados con el material particulado, son unos de las principales causas de incapacitación temporal o permanente de los trabajadores. Con la reducción de la exposición al riesgo o incluso la eliminación completa del mismo, se podrá evidenciar un rendimiento superior del trabajo efectuado por los empleados de obra blanca.

En este documento se encuentra toda la información sobre la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S, la cual presenta dicho riesgo. Examinaremos se examina a fondo el riesgo químico de material particulado, sus causas, consecuencias y tipología. Se planteará la metodología que se utilizará para hacer las mediciones de material particulado, en este caso se utilizará la NIOSH 0600 (material particulado respirable). Se encontrara igualmente los resultados esperados por las mediciones y el cronograma en el cual se planificaran las fechas y tiempos en los que se deben ejecutar el trabajo de aplicación.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos General

Evaluar la concentración de material particulado generados por el trabajo de obra blanca utilizando el Monitor ambiental 3M EVM 7 (medidor de material particulado) para conocer la exposición de los trabajadores al material particulado.

2.2. Objetivos Específicos

- Observar la exposición de los trabajadores de C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO SAS. a la concentración de material particulado en sus labores diarias para poder realizar las respectivas mediciones.
- Aplicar metodología de medición utilizando el Monitor ambiental 3M EVM 7 (medidor de material particulado) proporcionado por la Universidad de Córdoba para poder determinar la concentración de material particulado en el medio deseado.
- Realizar un análisis detallado luego de realizar las mediciones para determinar planes de mejoras y porcentajes de exposición de los trabajadores al riesgo
- Proponer estrategias de mejora que permitan prevenir enfermedades relacionadas con el riesgo químico de material particulado.

3. MARCO DE REFERENCIA

Ahora se hará un recuento de los principales temas que se tienen en cuenta en el trabajo, tomando como base diferentes autores y recopilando la información más reciente posible.

3.1. Industria De La Construcción

La industria de la construcción es extremadamente importante en el desarrollo de la civilización y su evolución. Este es un sector que se provee de insumos provenientes de otros sectores económicos, que desarrollan materia prima como el acero, hierro, cemento, cal, madera, aluminio, etc. La industria de la construcción afecta en gran medida la economía mundial, debido a que es aplicable en tres diferentes facetas de nuestra sociedad: familia, empresa y estado.

Es destacable que la industria de la construcción es tremendamente inestable, es decir, este sector comercial es muy sensible a los cambios que sufre la economía del país haciendo que la industria tenga picos muy altos en momentos, también llamados periodos de expansión, y viéndose afectada de manera drástica en los bajones económicos del país. (Peralta, 1991)

No es secreto para nadie que el sector de la construcción es uno de los más expuestos al peligro. Según la revista La Republica (Gonzalez, 2018) en el año 2017 se registraron 88.102 accidentes en Colombia, es decir, hay 9.1 accidentes por cada 100 trabajadores, lo que revela una tasa excesivamente alta para las personas que se dedican a esta labor.

3.2. Factores De Riesgo

Un factor de riesgo es cualquier característica, exposición o conducta de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Se denomina factores de riesgo derivados de las condiciones de seguridad los elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo pueden dar lugar a accidentes de trabajo.

Los factores de riesgo higiénicos son los agentes y factores ambientales que se encuentran en el lugar de trabajo y que al entrar en contacto con las personas pueden producir daños en su organismo causando principalmente enfermedades laborales. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.3. Riesgos Higiénicos

Los factores de riesgo higiénicos se clasifican en factores de riesgo biológico, físico y químico. (Cáceres, 2015)

- **Factor de Riesgo Biológico:** Son los microorganismos, virus y bacterias cuyo contacto con el ser humano puede generar enfermedades tales como: Virus, Hongos, Bacterias, Parásitos, Rickettsias, Artrópodos y animales vivos. (Cáceres, 2015)
- **Factor de Riesgo Físico:** Son todos los factores ambientales del medio físico que han sobrepasado los valores límites permisibles (TLV) en el lugar de trabajo y que bajo esas condiciones pueden producir el deterioro de la salud del trabajador o una enfermedad laboral, tales como ruido, iluminación, presión atmosférica, radiación

ionizantes y no ionizantes, vibraciones y temperatura extremas, de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de los mismos. (Cáceres, 2015)

- Factor de Riesgo Químico: Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes o contaminantes químicos que al entrar al organismo puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades laborales. (Cáceres, 2015)

3.4. Contaminantes Químicos

En el año 1996, el Manual de Higiene publicado por la Fundación Mapfre define los Contaminantes Químicos como “toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con diversos efectos sobre el organismo y potencializando las probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas”. (MAPFRE, 1996)

3.4.1. Clasificación de los Contaminantes Químicos

Los contaminantes químicos pueden clasificarse por la forma de presentarse en aerosoles, polvos, nieblas, bruma, humos, humo metálico, gases y vapores. También se puede clasificar según sus efectos en el organismo en contaminantes irritantes, neumoconióticos, sistémicos, anestésicos, cancerígenos, alérgicos, asfixiantes. (MAPFRE, 1996)

3.4.2. Contaminantes químicos según su forma de presentarse

El Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales publicado en el año 2000, clasifica los contaminantes químicos según su forma de presentarse de la siguiente manera

- **Aerosoles:** Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a 100 μ en un medio gaseoso.
- **Polvos:** suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedente de procesos de disgregación; el tamaño de las partículas va desde la décima de micra (milésima parte del milímetro) hasta unas 25 micras. Los polvos no se difunden en el aire y sedimentan por gravedad, en ausencia de corrientes de aire o campos electrostáticos. (0.1 y 25 μ)
- **Nieblas:** suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido que se generan por condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido por atomización o ebullición, etc. El tamaño oscila desde la centésima de micra hasta unas diez micras. (0.01 y 10 μ)
- **Brumas:** suspensiones en el aire de pequeñas gotas de líquido, apreciables a simple vista y procedentes de condensación del estado gaseoso. Su tamaño va desde unas micras hasta cincuenta micras. (2 y 60 μ)
- **Humos:** suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos incompletos de combustión. Su tamaño es generalmente inferior a 0.1 μ ($< 0.1 \mu$)
- **Humos metálicos:** Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, a partir de la sublimación del metal. Su tamaño es similar al del humo.

- Gases: fluidos amorfos que ocupan todo el espacio que los contiene, dando 760 mm de Hg de presión a 25 °C. Sus partículas son de tamaño molecular y, por tanto, se pueden mover por transferencia de masa o por difusión o gravedad (hacia abajo o hacia arriba si son más ligeros que el aire).
- Vapores: son la fase gaseosa de una sustancia generalmente sólida o líquida a 25°C y 760 mm de Hg de presión. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando bien sobre su presión o bien sobre su temperatura.

3.4.3. Contaminantes Químicos Según Sus Efectos En El Organismo

En el año 2016, la Guía Práctica de Contaminantes Químicos en el Ambiente Laboral clasifica los contaminantes químicos según los efectos en el organismo en los siguientes:

- Irritantes: Inflamación en la región anatómica con la que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio. Ej. Cloro, productos ácidos y alcalinos, etc.
- Asfixiantes: Impiden el aporte de oxígeno a los tejidos. Ej. Nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, cianuros, etc.
- Anestésicos-Narcóticos: Depresores del sistema nervioso central. Su acción depende de la cantidad de tóxico que llega al cerebro. Ej. Hidrocarburos, alcoholes.
- Neumoconióticos: Son aquellas sustancias químicas sólidas, que se depositan en los pulmones induciendo neumopatías y degeneración fibrótica del tejido pulmonar. Ej. sílice cristalina, amianto, etc. Los polvos inertes, si bien no producen esta degeneración del tejido pulmonar, ejercen una acción como consecuencia de

la acumulación de grandes cantidades de polvo en los alvéolos pulmonares, impidiendo la difusión del oxígeno a través de los mismos.

- Tóxicos-sistémicos: Se distribuyen por el organismo produciendo efectos agresivos en uno o más tejidos u órganos. Ej. plomo, magnesio, mercurio, metales pesados, etc.
- Alérgenos: Reacciones antígeno-anticuerpo descontrolada. Ej. isocianatos, polvo de ciertas maderas, etc.
- Carcinógenos: Inducen proliferación celular desordenada. Ej. amianto, benceno, compuestos hexavalentes de cromo, etc. •
- Teratógenos: Provocan malformaciones congénitas. Ej. dioxinas, mercurio, bifenilos policlorados (PCB), etc.
- Mutágenos: Actúan sobre el material genético, provocan alteraciones hereditarias. Ej. benzo – a – pireno, acetaldehído, formaldehído, estireno, etc.

3.4.4. Vías de entrada de los contaminantes en el organismo

Para que un agente químico penetre en el organismo, debe de superar una serie de defensas que este opone y que están constituidas por una serie de barreras a las que puede llegar por distintas vías. Las principales formas de penetración de los contaminantes químicos en el organismo son según el Manual de Higiene de Mapfre (1996) y la Guía Práctica de Contaminantes Químicos en el Ambiente Laboral (2016) se menciona a continuación:

- Vía respiratoria: Es la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes químicos en el campo de la Higiene Industrial. Cualquier sustancia suspendida en el aire puede ser inhalada, pero solo las partículas que posean un

tamaño adecuado llegaran a los alvéolos. También influirá su solubilidad en los fluidos del sistema respiratorio en su deposición.

- Vía dérmica: Es la segunda vía de entrada en importancia. No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, unas lo hacen directamente y otras vehiculizadas por otras sustancias.
- Vía Ocular: Es una vía poco usual donde el ingreso de sustancias se efectúa a través de la mucosa conjuntiva del ojo, pudiendo generar daños locales severos. Los agentes químicos y/o biológicos pueden alcanzar esta vía por proyecciones o aerosoles y por contacto con superficies impregnadas, al frotarse los ojos con las manos sucias, etc.
- Vía digestiva: Esta vía es de poca importancia, salvo en operarios con hábitos de fumar, comer y beber en el puesto de trabajo.
- Vía parenteral: Es la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción).

La Guía Práctica de Contaminantes Químicos en el Ambiente Laboral define otros factores que se deben considerar al momento de estudiar los factores de riesgo químico tales como el tiempo de exposición, las condiciones de trabajo y la susceptibilidad laboral, las cuales se explican a continuación. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.4.5. Tiempo de Exposición

La cantidad de producto absorbido por el organismo se denomina Dosis. En las exposiciones laborales se utiliza la denominada Dosis Vía Inhalatoria, la cual surge del

producto entre la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo y el tiempo de exposición a dicha contaminante, es decir: Dosis Vía Inhalatoria= Concentración del Contaminante x Tiempo de Exposición. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

Dosis Vía Inhalatoria= Concentración del Contaminante * Tiempo de Exposición

Por otra parte, debe considerarse también el estudio de las posibles exposiciones por vía dérmica o digestiva, y una estimación de la importancia de esas exposiciones, no sólo por el riesgo que puedan suponer cada una de ellas, sino por la contribución a la dosis global absorbida por los trabajadores. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.4.6. Susceptibilidad individual

Existen entre los seres humanos amplias diferencias en la forma e intensidad de la respuesta a las sustancias químicas tóxicas. Las diferencias de susceptibilidad pueden atribuirse a diversos factores que pueden afectar a la velocidad de absorción, la distribución en el organismo y la velocidad de biotransformación y/o excreción de una determinada sustancia (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016). Entre los factores que intervienen en la susceptibilidad individual según la Guía Práctica de Contaminantes Químicos en el Ambiente Laboral del Ministerio del Trabajo publicado en el año 2016 pueden mencionarse los siguientes:

- Las características constitucionales relacionadas con la edad y el sexo.

- Los estados patológicos preexistentes o un deterioro de la función de un órgano (no hereditario, es decir adquirido).
- Los hábitos alimentarios y de consumo de tabaco, alcohol y fármacos.
- La exposición simultánea a factores físicos (radiación, humedad, temperaturas sumamente bajas o altas y/o presiones del ambiente de trabajo).
- Las situaciones de coexistencia de tensión psicológica.
- La exposición simultánea a otras sustancias no necesariamente tóxicas (por ejemplo, a metales esenciales).
- Las posibles contribuciones de estos factores al aumento o la reducción de la susceptibilidad a efectos adversos sobre la salud, así como sus mecanismos de acción, son específicos de cada sustancia química.

3.4.7. Material Particulado

El material particulado se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera y que se pueden originar a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas (Suárez, 2011). El material particulado generado de manera antropogénica es aquel que es ocasionado por el hombre, una de las fuentes antropogénicas más relevantes o de mayor impacto es el sector industrial.

El material particulado puede ser de diferente tamaño, las partículas se clasifican con base a su diámetro como lo anuncia Martínez en su artículo “*Cuantificación de Material*

Particulado PM10 Y su efecto toxicológico ambiental en la ciudad de Azogues.” en: (Vivar Martínez, 2014)

- 1) Partículas suspendidas totales (PST) diámetro hasta 100 μm .
- 2) Inhalables o respirables (PM10), cuyo diámetro es menor a 10 μm .
- 3) Finas, con diámetro menor a 2,5 μm (PM2, 5) y
- 4) Ultra fina, cuyo diámetro es menor a 1 μm (PM1)

De otra manera se pueden clasificar en partículas inhalables, respirables y torácicas. Las partículas inhalables son aquella fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca, por su parte las partículas torácicas representan la fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe y las partículas respirables la fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas. (Rodríguez Sousa, 2016)

Teniendo en cuenta la anterior clasificación el tamaño objeto de estudio de la presente monografía son las partículas inhalables, según la publicación de la EPA en 2018 se define que la contaminación por partículas incluye: PM10: partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores; y PM2, 5: partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores. Estas últimas suponen mayor peligro pues al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

Según sus efectos el material particulado se clasifica en partículas solubles e insolubles, las primeras pueden llegar hasta el torrente sanguíneo y dependiendo de la composición de la partícula podría presentarse un envenenamiento sistémico, por su parte las partículas

insolubles se acumulan en las vías respiratorias ocasionando neumoconiosis o diferentes EPOC. (Rodríguez Sousa, 2016)

La OMS ha establecido la relación entre material particulado y la salud pública. Los efectos en la salud son amplios, relacionados en algunos casos con síntomas en las vías respiratorias superiores, como reacciones alérgicas, congestión nasal, sinusitis, tos, fiebre del heno, irritación en los ojos, entre otros. En otros casos, se relacionan con síntomas en las vías respiratorias inferiores, que requieren un tratamiento especial, como bronquitis, asma, enfisema, entre otros. (Gaviria, 2009)

Es usual que los trabajadores del sector de la construcción laboren bajo condiciones precarias, algunos carecen de seguridad social y desconocen por completo los derechos que tienen al momento que tienen por ley aunque no firmen un contrato. Es de vital importancia que dichos trabajadores conozcan los factores de riesgos y sobre todo las graves afecciones a la salud que sus trabajos les pueden ocasionar. Las principales enfermedades laborales relacionadas con la industria de la construcción son las siguientes:

- Enfermedades Cardiovasculares
- Enfermedades Neuropsicológicas
- Enfermedades Otológicas
- Enfermedades Musculoesqueleticas
- Enfermedades Respiratorias

3.5. Neumoconiosis

Las neumoconiosis son un grupo de enfermedades pulmonares intersticiales (EPI) debidas a la inhalación de polvos inorgánicos en concentraciones altas y, en su mayoría, relacionadas con la exposición laboral. En la actualidad, una vez instaurada la enfermedad, no se dispone de tratamiento específico alguno que haya demostrado beneficio, y únicamente pueden instaurarse medidas de prevención a distintos niveles. (Plaza, 2018)

Según la OMS cientos de millones de personas sufren cada día las consecuencias de una enfermedad respiratoria crónica (ERC). Según estimaciones de la OMS (2004), hay unos 235 millones de personas que padecen asma, 64 millones que sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y muchos millones de personas más que sufren rinitis alérgica y otras ERC que a menudo no llegan a diagnosticarse. (Organización mundial de la Salud, 2017)

La neumoconiosis se denomina y comporta de modo característico según la sustancia causante, algunos tipos de neumoconiosis son:

- **Silicosis:** Se desencadena por la inhalación y depósito de partículas de sílice, provocando la producción de tejido colágeno y afectando al parénquima pulmonar de forma difusa. Están expuestos los mineros y los trabajadores de las industrias que emplean este mineral (cerámica, alfarería y ladrillos).
- **Asbestosis:** La asbestosis consiste en una remodelación fibrótica difusa del parénquima pulmonar causada por la inhalación de formas respirables de amianto.
- **Neumoconiosis de los trabajadores del carbón:** Se trata de una neumoconiosis de polvo mixto, adquirida en las minas de carbón, por inhalación del polvo presente

en las mismas. Junto a la silicosis, la asbestosis y el asma, dependiendo de las áreas geográficas.

3.6. Marco Conceptual

Una medición higiénica representa el punto de partida para diseñar acciones que permitan hacer frente a las necesidades detectadas por el mismo, además indica el camino hacia la mejora continua por parte del empleador sobre el cuidado de la salud de sus trabajadores.

En este orden de ideas es importante tener claro los siguientes términos y conceptos.

- Accidente de Trabajo: todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte. (Ley 1562 de 2012)
- Actividad rutinaria: Actividad que forma parte de la operación normal de la organización, se ha planificado y es estandarizable. (Decreto 1072 de 2015)
- Calibración: Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición o valores representados por una unidad de medida y los valores conocidos correspondientes a una medición. Los resultados de la calibración permiten estimar errores en el instrumento de medición, sistema de medición, unidad de medida o en la asignación de valores arbitrarios. El resultado de una calibración puede registrarse en un documento llamado certificado de calibración o informe de calibración. (IDEAM)

- Concentración de contaminantes: Cantidad de contaminante en la unidad de volumen del aire o de los efluentes gaseosos, medida en condiciones normales de presión, volumen y temperatura.
- Contaminante. Cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por el hombre en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto. (IDEAM)
- Condiciones de salud: El conjunto de variables objetivas y de auto-reporte de condiciones fisiológicas, psicológicas y socioculturales que determinan el perfil sociodemográfico y de morbilidad de la población trabajadora. (Decreto 1072 de 2015)
- Condiciones y medio ambiente de trabajo: Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores quedan específicamente incluidos en esta definición, entre otros: a) Las características generales de los locales, instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, materias primas, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo; b) Los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia; c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores y; d) La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos o biomecánicos y psicosociales. (Decreto 1072 de 2015)
- Consecuencia: Resultados en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente. (GTC 45).

- **Enfermedad Laboral:** Es la enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. (Ley 1562 de 2012)
- **Evaluación del riesgo:** Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de que dicho riesgo se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción. (Decreto 1072 de 2015)
- **Exposición:** Palabra con la que se indica que una o varias personas permanecen sometidas a un riesgo o están bajo la acción de un agente contaminante que incide negativamente en las condiciones de seguridad o en su estado de salud. Esta se mide en tiempo o en frecuencias de tiempo, según el riesgo sea estable o se presente en determinados momentos de un proceso. (GTC 45).
- **Forma de presentarse o vía de ingreso:** Estado físico como se encuentra el contaminante en el ambiente laboral (líquido, sólido o gaseoso) y que determina su ruta de ingreso al organismo (inhalación, ingestión, contacto dérmico o parenteral).
- **Material particulado:** Término general aplicado a partículas sólidas de dimensiones y origen diferentes, que generalmente permanecen suspendidas en un gas durante algún tiempo. (IDEAM)
- **Monitoreo:** En el sentido más amplio de la palabra, medición repetida para seguir la evolución de un parámetro durante un período de tiempo. (IDEAM)
- **Muestra:** Parte de una población que se obtiene en un período de tiempo con (1) la atmósfera recogida retenida en un solo recipiente, o (2) con un componente separado acumulado en un todo. (IDEAM)

- Obra blanca: Etapa final de una construcción u obra donde se instalan las envolventes térmicas y acústicas las instalaciones de electricidad, fontanería, tabiquerías interiores, carpinterías interior y exterior, solados y revestimientos definiendo por completo el estilo de la casa. (KONKRETEC, 2015)
- Partícula: Masa discreta y pequeña de materia sólida o líquida. (IDEAM)
- Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. (Decreto 1072 de 2015)
- Polvo: Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación. La gamma de tamaño de las partículas de polvo es amplia, si bien, estos oscilan entre 0.1 y 25 μ .
- Polvo fracción respirable: Se refiere al tamaño de las partículas menores o iguales a 10 μ que pasan la región nasofaríngea y traqueobronquial para depositarse en la región alveolar o región de intercambio gaseoso.
- Requisito Normativo: Requisito de seguridad y salud en el trabajo impuesto por una norma vigente y que aplica a las actividades de la organización. (Decreto 1072 de 2015)
- Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra una o más exposiciones o eventos peligrosos y la severidad del daño que puede ser causada por estos. (Decreto 1072 de 2015)
- Sistema de Gestión: Conjunto de elementos de una organización, interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos, y procesos para lograr estos objetivos.
- Tiempo de exposición: Magnitud que mide el tiempo o frecuencias de tiempo en las cuales se tiene la exposición o contacto con los agentes de riesgo químico.

- TLV-TWA (Media ponderada en el tiempo): Media ponderada en el tiempo Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. (NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial)
- TLV- STEL (Límites de exposición para cortos periodos de tiempo): Límite de exposición de corto tiempo, que no se debe alcanzar cuando se trabaja por períodos cortos de 15 minutos, con una frecuencia máxima de cuatro veces por día dejando espacios de 1 hora entre exposición y exposición. (ARL SURA)
- TLV-C (Valor Techo): Concentración instantánea o de techo, a la cual nunca se debe exponer un trabajador durante su labor. (ARL SURA)
- UNE EN-689 (Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional): Norma sobre medición de la exposición inhalatoria de agentes químicos y estrategias para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional.
- Valor límite. Nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado. (IDEAM)
- Valoración del riesgo: Consiste en emitir un juicio sobre la tolerancia o no del riesgo estimado. (Decreto 1072 de 2015)
- Vigilancia de la salud en el trabajo o vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo: Comprende la recopilación, el análisis, la interpretación y la difusión continuada y sistemática de datos a efectos de la prevención. La vigilancia es

indispensable para la planificación, ejecución y evaluación de los programas de seguridad y salud en el trabajo, el control de los trastornos y lesiones relacionadas con el trabajo y el ausentismo laboral por enfermedad, así como para la protección y promoción de la salud de los trabajadores. (Decreto 1072 de 2015)

3.7. Marco Legal

Para efectos de establecer los lineamientos aplicables al presente estudio, se listan las siguientes normas vigentes en el territorio nacional:

- LEY 09 DE 1979: Congreso de la República.

Por la cual se dictan medidas sanitarias a nivel nacional. Con esta ley, en particular en los capítulos VII y XI, se inició el establecimiento de normas para la vigilancia y controles epidemiológicos.

- RESOLUCIÓN 2400 DE 1979: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Por la cual se establecen algunas normas en vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Esta norma crea el marco conceptual legal en temas generales sobre riesgos físicos, químicos y biológicos en los lugares de trabajo.

- DECRETO 1562 DE 1984: Ministerio de Salud

Por el cual se reglamentan los Títulos VII y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a vigilancia y control epidemiológico y medidas de seguridad. Decreto que crea el marco de referencia para la vigilancia epidemiológica en el país.

- RESOLUCIÓN 2346 DE 2007: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.

- DECRETO 1477 DE 2014: Ministerio del Trabajo

Se adopta la nueva tabla de enfermedades laborales en Colombia, dentro de las cuales se incluye las enfermedades de neumoconiosis.

- RESOLUCIÓN 1072 DE 2015: Ministerio del Trabajo.

Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo que reúne en un solo decreto todas las normas de carácter reglamentario referentes a derechos laborales que se encuentran vigentes en Colombia.

- RESOLUCIÓN 0312 DE 2019: Ministerio del Trabajo

Establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para las personas naturales y jurídicas.

4. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

A continuación se presenta información detallada de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO, que será la empresa en la cual se realizará la medición de concentración de material particulado inhalable y respirable en el aire a la cual los trabajadores están expuestos día a día.

4.1. C&C Arquitectura Y Diseño S A S

Fundada en abril de 2013 en la ciudad de montería, C&C arquitectura y diseño nace a partir de la necesidad de brindar un servicio integral en el campo de la arquitectura nuestro objetivo principal es ofrecer soluciones integrales a los clientes, brindando tranquilidad y respaldo en todas las etapas del proyecto, estos servicios van desde estudios de factibilidad, diseños arquitectónicos y técnicos, presupuestos, construcción y en general,

la ejecución de toda clase de trabajos relacionados con las profesiones afines se cuenta con un grupo multidisciplinario y con la experiencia para cada proyectos y con especialistas certificados en cada una de las áreas, los cuales ofrecen una atención y asesoramiento que responden a las necesidades específicas de cada uno de los clientes. La empresa se encarga desde el montaje del proyecto hasta la ejecución total del mismo.



Figura 1 Logo C&C

4.1.1. Misión

Brindar a los clientes una completa asesoría para la ejecución de sus proyectos de arquitectura o ingeniería. Busca satisfacer las necesidades de los clientes antes, durante y después de finalizados los proyectos, proporcionándoles servicios con calidad que superan sus expectativas, usando la mejor tecnología, materiales de primera calidad, y un personal altamente calificado.

4.1.2. Visión

Para el 2020 C&C ARQUITECTURA S A S se proyecta como una empresa sólida, reconocida en el caribe colombiano por la calidad de sus proyectos, la sostenibilidad de los mismos y su compromiso con el desarrollo de la región.

4.1.3. Organigrama

La empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S cuenta con una estructura jerárquica encabezada por su propietario y gerente general quien toma las decisiones gerenciales, administrativas y de carácter general, además de coordinar los procesos de licitaciones y trabajos en obras.

La empresa se subdivide en tres partes, la parte gerencial y administrativa, la parte ingenieros residentes y SST, y los trabajadores rasos, que incluyen revocadores, pintores, estucadores e instaladores de cielo raso. Detallaremos un poco más cada uno de estos cargos a continuación:

- **GERENCIA Y ADMINISTRACIÓN:** Liderada por el gerente y propietario se encarga de las licitaciones de nuevos proyectos, administración de proyectos actuales y supervisión y control de proyectos ya terminados. Tiene bajo su mando los ingenieros residentes y trabajadores rasos, pues cuenta con la facultad de gestionar casi todos los aspectos de la empresa.
- **INGENIEROS RESIDENTES Y SST:** Estos se encuentran asignados a un proyecto a la vez, son responsables por las metas y compromisos puestos en dicho proyecto. Tienen bajo su supervisión a los trabajadores rasos. Además son se

encargan de hacer cumplir las normas y directrices emitidas por gerencia y administración.

- **ESTUCADORES DE INTERIOR:** Los estucadores de espacios interiores son unos de los más expuestos al riesgo químico de material particulado, dado que luego de estucar, se procede a lijar el estuco una vez este haya secado, creando así una nube de polvo bastante dañina para el organismo, es de resaltar que el riesgo se agrava cuando el trabajo es realizados en cuartos con poca ventilación, baños y vestidores.
- **ESTUCADORES DE EXTERIOR:** Los trabajadores que estucan en exteriores suelen también estar expuestos a altas concentraciones de material particulado respirable e inhalable aunque en menor proporción. Además estos trabajadores se encuentran expuestos a riesgos mecánicos, como caídas y golpes.
- **INSTALADORES DE CIELO RASO:** Los trabajadores encargados de la instalación de cielo raso subdividen sus actividades en: estructura, placa y acabado. En este caso puntual la parte del acabado es la que genera el material particulado, pues al estar instaladas las placas, es necesario pegar las cintas en las juntas con masilla GYPLAC, luego que se le haya dado una segunda mano y esta haya secado, se procede a lijar para dar la primera mano de pintura.
- **INSTALADORES DE REVOQUE EN SECO:** Los trabajadores instaladores de revoque en seco igualmente subdividen su trabajo en dos: Instalación de las placas de drywall GYPLAC y acabado del mismo. Cuando se instala la placa es requerido

masillar las juntas con masilla GYPLAC y aplicar una capa de cinta papel para tapar la misma, por último se procede a lijar para dar la primera mano de pintura igual que en el cielo raso.

- **PINTORES:** Estos se encargan de terminar la tarea, es decir de dar acabado a los muros y cielo rasos, aplicando pintura en las superficies ya lijadas, son los menos afectados por el material particulado, sin embargo están expuestos a otros tipos de riesgos como estrés térmico o radiaciones no ionizantes.

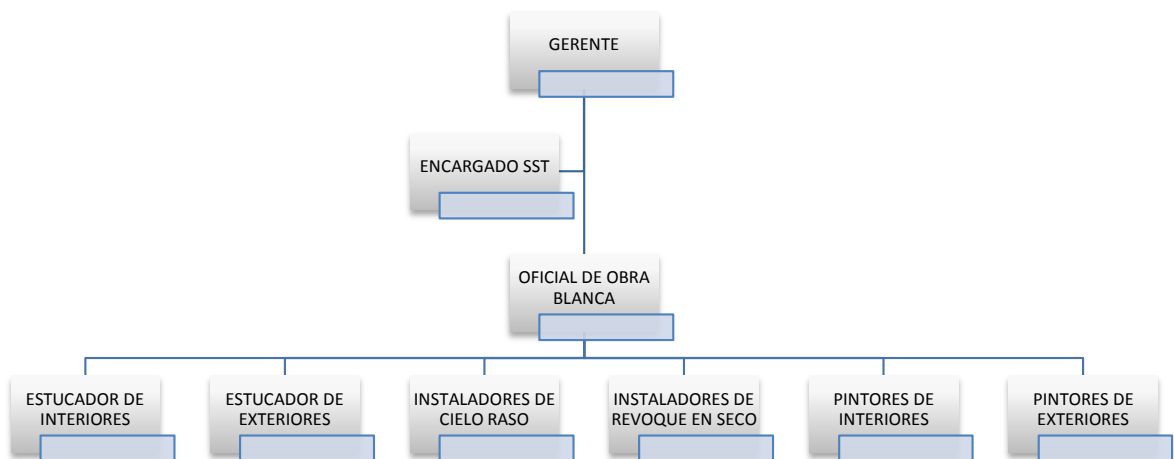
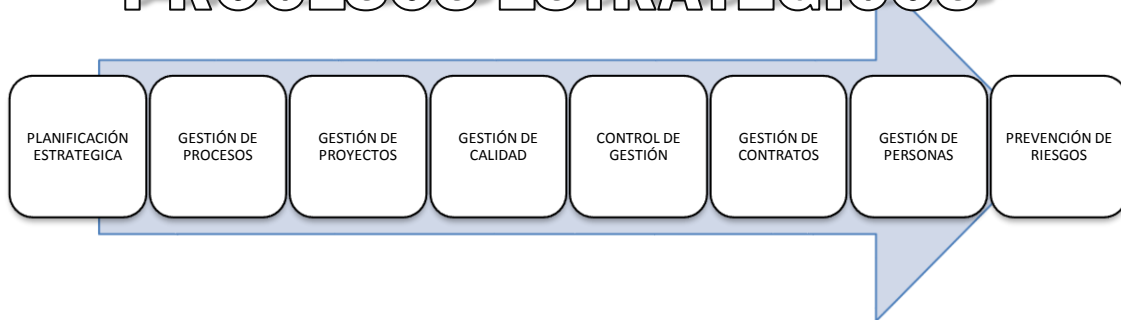


Figura 2 Organigrama de C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S

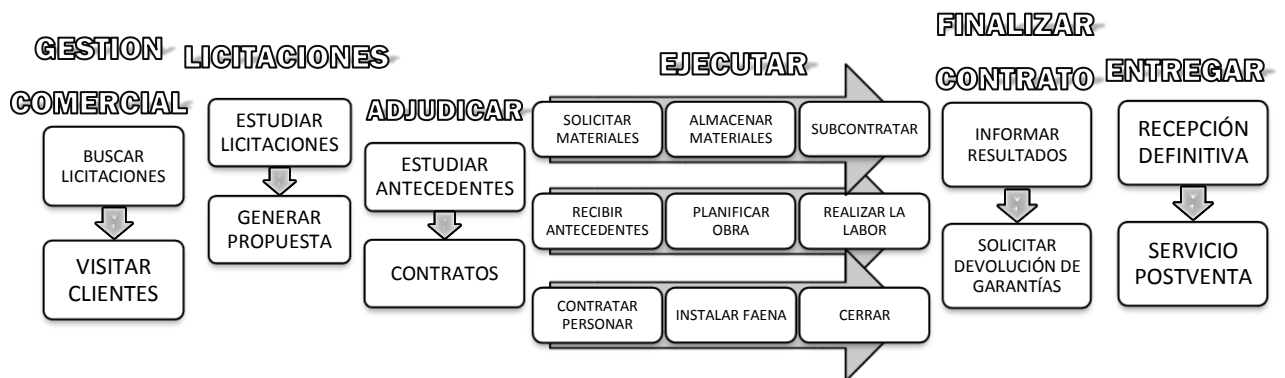
4.1.4. Mapa De Procesos

En el mapa de procesos se describe los diferentes tipos de procesos con los que cuenta la empresa, como lo son los estratégicos, en el cual resalta la gestión de calidad y la prevención de riesgos. Igualmente se describen los procesos de negocios y de apoyo.

PROCESOS ESTRATEGICOS



PROCESOS DE NEGOCIOS



PROCESOS DE APOYO

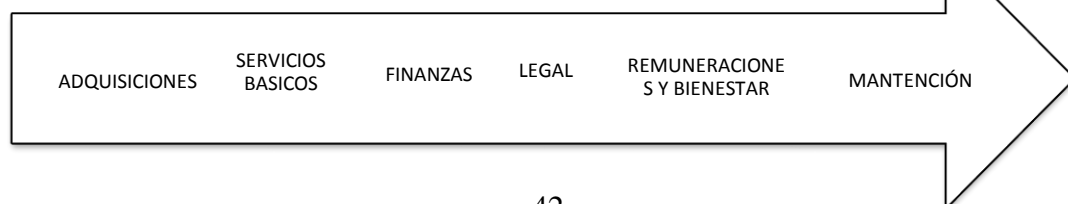


Figura 3 Mapa de procesos

4.1.4.1. Proceso De Lijado

El proceso de lijado comienza cuando la superficie esta lista en su fase de emplacado en el caso del cielo raso y el revoque en seco, en el caso del estuco cuando el revoque tradicional ya ha secado completamente. Luego que se ha aplicado la masilla en las juntas o el estuco en la superficie a trabajar, se da inicio al proceso de lijado, primero realizando una pequeña inspección para identificar los puntos más gruesos donde el lijado deberá ser más constante o cualquier otro detalle importante. Se procede entonces con el lijado de la superficie sea de manera manual o con la ayuda de alguna de las herramientas y equipos utilizadas para esta actividad. A continuación se explicará los diferentes procesos antes mencionados previos al proceso de lijado.

- **EMPLACADO DE CIELO RASO:** Para la instalación de un cielo raso se procede a realizar el emparrillado del área que se acondicionará. Esto se realiza con la ayuda de estructura metálica liviana especial para dicho trabajo, luego se procede a atornillar las placas de drywall a la parrilla. De este modo el área queda lista para masillar las juntas con ayuda de cinta papel y posteriormente este seque, lijar las partes que así lo requieran.
- **REVOQUE EN SECO:** Cuando se va a revocar en seco el primer paso es preparar la mezcla de pegamento y agua que se utilizará para las placas de drywall, en este caso pegamento GYPLAC o conocido comúnmente como 90 minutos. Cuando la mezcla obtiene la consistencia requerida se procede a aplicar en “motas” sobre la placa drywall, que posteriormente se levanta y se coloca en la pared o muro que

se trabajara, una vez la mezcla se seca se procede a masillar y aplicar cinta papel sobre las juntas de las placas. Cuando esto se seca se lija las áreas requeridas.

- **ESTUCADO INTERIOR/EXTERIOR:** Para estucar un muro se aplica el estuco en el área que se quiera dar acabado con la ayuda de espátulas y llanas, luego que este se seca, se procede a dar acabado lijando la zona y pintando.

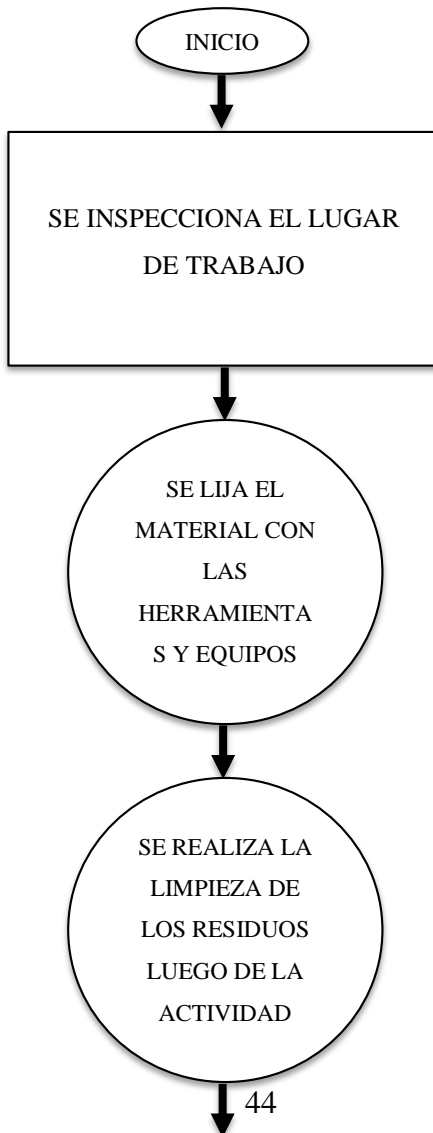




Figura 4 Diagrama de flujo. Proceso de lijado

*El tiempo y metraje de trabajo para cada operación dependerá de diferentes factores, como por ejemplo el área donde se realizará la operación, el trabajador en cuestión y factores ambientales (Humedad, calor, frío, lluvia, etc.)

4.1.5. Jornada Laboral

Las jornadas de trabajo en la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S se acoplan al trabajo requerido por el cliente, por ejemplo para trabajar en centros comerciales es necesario que se haga de noche, por eso los trabajadores tienen contratos OBRA-LABOR lo que quiere decir es que muy a menudo tienen la potestad de disponer de su propio horario, acomodando así su trabajo y haciendo rendir su tiempo al máximo. En las obras por contratación sin embargo se cumplen con horarios establecidos, como por ejemplo un cliente frecuente postula el horario de 7:00 de la mañana a 5:00 de la tarde teniendo dos interrupciones para desayunar a las 9:00 am y otro a las 12:00 am para almorzar.

4.1.6. Descripción Del Área De Trabajo

El área de trabajo en el que se realizan el trabajo varía tanto como la clientela, suele realizarse en construcciones listas en obra negra, remodelaciones de casas, locales o almacenes. Puede variar la altura a la que se trabajará generando a sí varios riesgos



mecánicos. Para este caso en particular la medición de material particulado se hará en los apartamentos de un proyecto el cual está llevando actualmente la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S. Las condiciones de trabajo varían incluso dentro del mismo proyecto, pues en algunas partes es necesario realizar el trabajo en sitios donde la ventilación es bastante reducida, como en otros espacios donde el lugar es abierto y con gran entrada de aire.

4.1.7. Herramientas Y Equipos

Las herramientas y equipos al momento de lijar, van desde la simple hoja de lija, hasta una lijadora mecánica automática controlada manualmente por un operador. También se cuentan con borradores para lijar que facilitan el trabajo a los empleados que prefieren el trabajo de forma manual. Es importante en estos casos el uso de guantes protectores pues la actividad puede crear ampollas en las manos. A continuación se mostrará una tabla con las herramientas y equipos utilizados para dicha actividad, incluyendo elementos de protección personal.

Tabla 1 Herramientas utilizadas

HERRAMIENTA	DESCRIPCION
	Base o soporte para lija: Esta herramienta muy utilizada por los trabajadores es cómoda y practica para evitar peladuras en los dedos y manos, además es económica

	<p>y fácil de conseguir en ferreterías y almacenes.</p>
	<p>La lijadora mecánica es una herramienta extremadamente útil y eficiente, realiza el trabajo en muy poco tiempo y con un acabado inmejorable, sin duda alguna la mejor herramienta para realizar esta actividad.</p>


Fuente: Homecenter Homepage herramientas

4.1.8. MATERIALES E INSUMOS

Los materiales requeridos para realizar la actividad de lijado son lija del número requerido por el material que se esté lijando, es decir, si el material es un poco robusto, requerirá un tipo de lija un poco más gruesa. En el caso del estuco y la masilla, la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S utiliza lijas de agua número 180. También la actividad requiere de herramientas como borradores que se utilizan para posicionar la lija y así poder tener más manejabilidad al momento de lijar, además brinda una protección para las manos de los trabajadores pues no están en contacto con la lija evitando así la presentación de ampollas en los dedos y manos a raíz de la fricción. Otra herramienta

utilizada es la lijadora automática que permite que el trabajo de una forma mucho más rápida y eficiente, esta trabaja con energía corriente o en algunos modelos suministrada por una batería.

Tabla 2 Materiales

MATERIAL	DESCRIPCION
	Lija común o de agua, cuenta con una cara de granito con la cual se ejecuta el trabajo, destaca por su precio económico y su facilidad de trabajo, además se consigue en casi todas las ferreterías y escasea muy rara vez. Se encuentra en el mercado con diferente grosor dependiendo el trabajo que se vaya a realizar.
	Lija esmeril, igual que el tipo de lija común cuenta con una cara recubierta en este caso por mineral esmeril, el cual vuelve este tipo de lija más fuerte y resistente, necesaria para algunos trabajos en materiales más duros.

Fuente: Web Ferretería ASI

A continuación podremos observar un ejemplo del lijado tradicional, el mismo utilizado por los trabajadores de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S.



Ilustración 1 Lijado de forma manual sin utilización de herramientas

En la siguiente ilustración observamos la utilización de una de las herramientas descrita anteriormente:



Ilustración 2 Lijado con el uso del borrador

5. METODOLOGIA Y TRABAJO DE CAMPO

Este trabajo de aplicación y profundización en los procesos de lijado de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S es de tipo cuantitativo y descriptivo, jornada diurna con un horario de 7:00 am a 12:00 am y de 1:30 pm a 5:00 pm. Se realizará a los trabajadores que se encuentran en el proyecto K-62 apartamentos obra de GPI constructores S.A.S. ubicado en la Castellana, cl. 62 #8-60, Montería.

El estudio determinará la concentración de material particulado generado por el proceso de lijado, utilizando la técnica de medición UNE 81599 “*Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método Gravimétrico*” y el Monitor Ambiental para material particulado *TSQUEST 3M EVM7*.

5.1. Diagnostico

Antes de realizar el trabajo de campo se procedió a hacer una valoración cualitativa por medio de una encuesta aplicada a los trabajadores expuestos a material particulado respirable e inhalable a la hora de lijar. Esta encuesta fue realizada a dos (2) trabajadores que realizan la labor de lijar, cabe aclarar que los trabajadores se dividen en cuadrillas de dos (2) personas, por lo que estas se ven expuestas a la misma concentración de material particulado en el mismo ambiente y durante el mismo tiempo. **(ANEXO 1)**

Vale aclarar que las preguntas utilizadas en la encuesta diagnostica se formularon de manera sencillas y puntuales debido a la población a la que van dirigidas. Esto eleva las posibilidades de llegar a resultados inconclusos o poco relevantes para la investigación. Sin embargo se realizaron para cumplir con la metodología implementada.

5.1.1. Datos de los trabajadores

Se decidió realizar la encuesta a dos (2) trabajadores de los veinte (20) trabajadores que se encuentran expuestos, de manera aleatorios y que cumplan con las actividades requeridas para el trabajo, estos fueron Miguel Ángel García Pérez de 40 años de edad y Eder Luís Portillo Pérez de 24 años de edad. Ambos cuentan con amplia experiencia en el proceso de lijar y se encuentran en condiciones saludables actualmente.

5.1.2. Datos del proceso

Se cuenta con una jornada laboral de 8 horas al día, donde a los trabajadores se les da la libertad de escoger el momento adecuado o propicio para realizar la labor correspondiente, en el caso del proceso de lijar, no hay variables que incidan sobre un horario en específico por lo que se realiza cuando es necesario. Por tal motivo se habló con dichos trabajadores para coincidir con el momento del proceso de lijado y así realizar la medición.

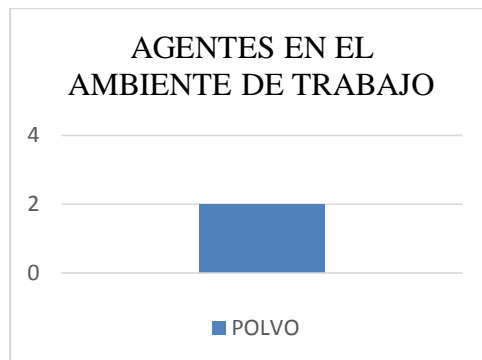
Para el desarrollo de la actividad los trabajadores utilizan un pliego de lija de agua número 180 y una escalera para llegar a los lugares más difíciles. Procedes a comenzar el proceso de lijado friccionando la lija de un lado hacia otro realizando presión en los lugares donde los grumos de masilla sean mayores y pasándola suavemente en los lugares que sea necesario.

5.1.3. Factores higiénicos

Las encuestas realizadas a los trabajadores no fueron concluyentes, de igual forma se representaran los resultados y explicaran a continuación:

1. ¿A qué agente cree que se encuentra expuesto que pueda perjudicar su salud?

Grafica 1 Agentes en el ambiente de trabajo

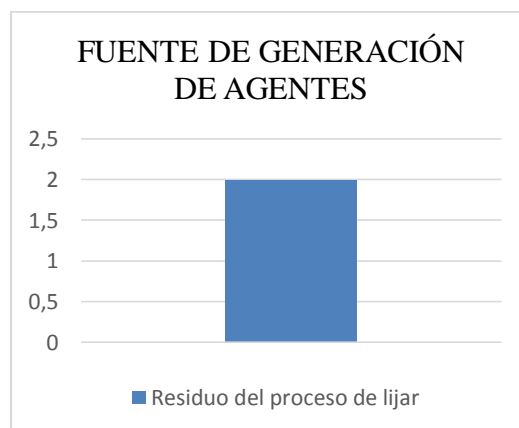


Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El 100% de los encuestados concluyeron que el polvo es el único agente que puede agravar su salud con problemas respiratorios o irritación en las mucosas.

2. ¿Cuáles son las principales fuentes de generación de estos agentes mencionados anteriormente?

Grafica 2 Fuente de generación de agentes

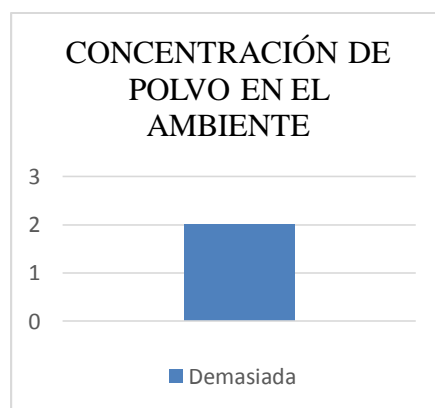


Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El 100% de los encuestados concluyeron que la única fuente de generación de polvo en el ambiente de trabajo es el proceso de lijar.

3. ¿Cómo calificaría la concentración del agente en el ambiente?

Grafica 3 Concentración de polvo en el ambiente

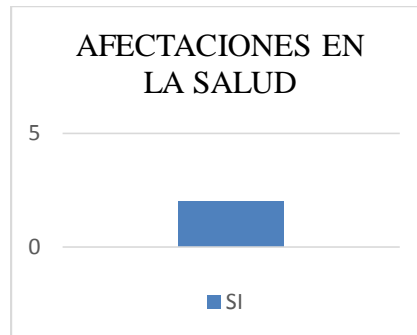


Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El 100% de los trabajadores encuestados consideran que la generación de polvo por el proceso de liado es demasiada.

4. ¿Ha presentado alguna vez afectaciones a la salud relacionadas con agentes de riesgo en el trabajo? Como por ejemplo irritación en las vías respiratorias, ojos, nariz, tos o dificultades para respirar, asma o alergias en la piel.

Grafica 4 Afectaciones en la salud



Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El 100% de los trabajadores encuestados comunicaron que si han visto afectada su salud, desde irritación en las vías respiratorias, asma, dificultad para respirar, hasta alergias en los ojos y piel.

5. ¿Con qué medidas de prevención cuenta actualmente?

Los trabajadores encuestados confirmaron que no se tienen medidas de prevención en la fuente ni en el medio, pero se les brinda elementos de protección personal como lo son mascarillas y gafas de seguridad.

6. ¿Considera que son suficientes las medidas de prevención con las que cuenta actualmente?

Grafica 5 Son suficiente las medidas de prevención



Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El 100% de los trabajadores encuestados estuvieron de acuerdo en que las medidas de prevención actualmente son precarias y que con alguna ayuda e inversión por parte de la empresa se podrían mejorar.

7. Califique del 1 al 10 el nivel de exposición al polvo

Tabla 3 Calificación del nivel de exposición

CALIFICACIÓN DEL 1 AL 10 EL NIVEL DE EXPOSICIÓN									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								1	1

Fuente: Encuesta Higiénica Proceso De Lijado - C&C Arquitectura Y Diseño SAS

El promedio fue de 9,5 que es a lo que los trabajadores piensan que están expuestos tomando un rango del 1 al 10, siendo 10 muy expuesto y siendo 1 poco o nada expuesto.

Lo que deja en evidencia que las medidas de prevención no son suficientes para mitigar el polvo.

8. Recomendaciones por parte del trabajador:

La única mejora que propusieron los trabajadores, fue invertir en mejores mascarillas, con más tecnología, mejores filtros, para así realizar su trabajo de manera más segura.

Las encuestas fueron poco concluyentes y por ende innecesarias para la toma de decisiones con respecto al trabajo. Sin embargo dan a conocer la percepción de los trabajadores con respecto a la concentración de material particulado en su lugar de trabajo. Es claro que para los empleados representa cierta inconformidad y genera discomfort en sus actividades diarias

5.2. Estrategia Y Técnica De Muestreo

Se definió la estrategia de muestreo para realizar el presente estudio teniendo en cuenta: El sitio de muestreo, equipo de medición, número de muestras, hora de muestreo, duración de la muestra, entre otros. De igual manera, se detalló las variables a tener en cuenta para desarrollar la técnica de muestreo UNE 81599 “Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método Gravimétrico”, tales como: medio de recolección, flujo de calibración, técnica de análisis, equipos de muestreo utilizados y sus especificaciones.

5.2.1. Estrategia De Muestreo

Se tomó como referencia la estrategia de muestreo la norma UNE EN-689, “Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional”, esta norma europea especifica una estrategia para realizar mediciones representativas de la exposición laboral por inhalación de agentes químicos, con el objetivo de demostrar la conformidad con los valores límite de exposición profesional y la idoneidad de situaciones higiénicas concretas en los entornos de trabajo. (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN, 2019)

Se seleccionaran cuatro (4) muestras con una duración mínima por muestra de dos (2) horas en el turno de trabajo (diurno).

Tabla 4 Duración y numero de muestras

TURNO	FECHA	# DE MUESTRA	HORA DE INICIO	HORA FINAL
DIURNO	27/06/2020	1	9:54	11:54
DIURNO	30/06/2020	2	3:14	3:14
DIURNO	01/07/2020	3	1:41	1:41
DIURNO	01/07/2020	4	3:49	5:49

Fuente: Medición Higiénica

- **SITIO DE MEDICIÓN:** La medición de material particulado para determinar la concentración de fracción respirable se realizará en el proceso de lijado de estuco

y masilla gyplac por parte de los veinte (20) trabajadores de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S A S.

- EQUIPO DE MEDICIÓN:** Para la realización de la medición se utilizará el Monitor Ambiental para material particulado TSQUEST 3M EVM7, como el que se ilustra a continuación:



Figura 5 Monitor Ambiental para Material Particulado TSQUEST 3M EVM7

Fuente: Guía de inicio rápido 3M-Serie EVM

El equipo que se utilizará para la medición tiene las siguientes especificaciones de fábrica:

Tabla 5 Especificaciones de Equipo de Medición

Equipo	Marca	Modelo	Serial
--------	-------	--------	--------

Monitor Ambiental para Material Particulado	3M	EVM-07	EMS 110001
---	----	--------	---------------

Fuente: Certificado de Calibración 2018

El equipo que se utilizará para la medición se ubicará a una distancia de 1 metro de la fuente de generación de material particulado y a una altura de 1,50 como lo indica la norma, en este caso el proceso de lijado del estuco y masilla.

- **CALIBRACIÓN DEL EQUIPO:** El equipo a utilizar para la medición “Monitor Ambiental de material particulado TSQUEST 3M EVM7” se encuentra calibrado por TSI INCORPORATED con Certificado de Calibración número 1811020902EMS110001. (ANEXO 2)

5.2.2. Técnicas De Medición

Los métodos y procedimientos que se aplicaran durante el presente estudio serán los recomendados por el Organismo de Normalización Española, utilizando la técnica de medición UNE 81599 “Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método Gravimétrico”.

El procedimiento general consiste en la toma de muestra de aire contaminado, utilizando el Monitor Ambiental para material particulado TSQUEST 3M EVM7., al cual se le coloca un filtro de PVC de 37 mm donde se capta la muestra de aire contaminado, los cuales fueron pesados previamente en el laboratorio. El equipo es calibrado a una tasa de flujo de que permanece constante a 1.67 litros por minuto (L/min) durante el periodo de

duración del muestreo. En la siguiente tabla se resume los métodos y procedimientos aplicados para desarrollar la presente medición higiénica:

Tabla 6 Métodos y Procedimientos de Medición

Elemento de Estudio	Método	Medio de Recolección	Flujo de Calibración	Técnica de análisis
Material Particulado	Método Gravimétrico UNE 81599	Filtro de PVC 37 mm	1,67 litros por minuto	Gravimetría

Fuente:UNE8159

Año: 2014

La técnica de análisis se realizará bajo el método de Gravimetría, donde los filtros son pesados antes y después de la medición con la ayuda de una balanza digital de la referencia OHAUS PA214 certificada (**ANEXO 3**), tal como se muestra a continuación:

Figura 6 Balanza Digital OHAUS PA214



Fuente: Manual de instrucciones OHAUS- PIONNER

Año: 2010

Los registros de fecha, número de muestra, hora de inicio, hora final, duración del monitoreo, peso inicial (Mg), peso final (Mg), peso neto en (Mg), volumen muestreado (m3), concentración de partículas (mg/m3) se consignarán en formato de toma de muestra.

5.2.2.1. Normas Y Reglamentos Utilizados

Las normas que se tendrán en cuenta para la realización de las evaluaciones son los valores de los TLV's de la ACGIH versión 2017, los cuales son aceptados en nuestro país mediante la resolución 2400 de 1979 en su artículo 154 emanada del ministerio de Trabajo y Seguridad Social, que hoy en día se llama Protección Social.

- TLV-TWA (Threshold Limit Value – Time Weighted Average) (Valor límite umbral – Media ponderada en el tiempo): Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos sobre su salud.
- TLV-STEL (Threshold Limit Value – Short Time Exposure Limit) (Valor límite umbral – Límite de exposición de corta duración): la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a las ocho horas sea inferior al TLV. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día.
- TLV-C (Threshold Limit Value–Ceiling) (Valor límite umbral – Techo): Es la concentración que no se debe superar en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

Estos valores están establecidos para una jornada de trabajo de 8 horas día y una semana laboral de 40 horas y como en Colombia la jornada laboral es de 48 horas semanales, se debe realizar una corrección mediante el modelo BRIEFF Y ESCALA, en el que se obtiene un factor de corrección para una exposición de 48 horas semanales que resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$F.C = (40/HS) \times ((168-HS)/128)$$

En donde HS son horas por semana (48 horas/semana en Colombia). Reemplazando HS en la formula obtenemos el resultado mostrado a continuación:

$$Fc = (40/48) \times ((168-48)/128) = 0.78125$$

Para conocer el valor del TLV corregido, basta con multiplicar el Fc calculado, por el TLV propuesto:

$$TLVc = Fc \times TLV$$

Luego de realizar la anterior corrección, el valor límite permisible TLV - TWA de la sustancia y contra los cuales se compararán los resultados obtenidos en las evaluaciones se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 7 TLV POLVO

SUSTANCIA	TLV-TWA (mg/m ³)	TLVc-TWA (mg/m ³)
Fracción polvo respirable	3.0	2.34375

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2007)

Año: 2017

5.2.2.2. Criterios De Valoración O Priorización

Determinación del Índice de Riesgo: Este valor indica la severidad de la exposición al factor de riesgo y se expresa como el resultado numérico de la relación entre la

concentración media ponderada de un contaminante dado y el valor límite permisible para dicho contaminante.

$$IR = \text{Concentración}/TLV$$

Se utiliza para la presentación de los resultados, del grado de riesgo un código de colores para facilitar su interpretación así:

- Rojo: Alto Riesgo, superior al Valor Limite Umbral. Requiere intervención inmediata. La relación es superior a 1.
- Amarillo: Prevención, el valor se encuentra entre el Nivel Limite Umbral y el Nivel de Acción. La relación está entre 0.5 y 1.
- Verde: Por debajo del nivel de acción. La relación es inferior de 0.5 Mantener controladas estas condiciones.

5.2.2.3. Resultados Esperados

Se espera conocer la concentración a la cual se encuentran expuestos los trabajadores de la empresa C&C RQUITECTURA Y DISEÑO S A S. Se espera también realizar un plan de mejora en el cual se recomendarán distintos puntos para tratar de mitigar el riesgo en el proceso de lijado.

5.3. Medición higiénica – Trabajo de campo

Para comenzar la medición de concentración de material particulado se enviaron 8 filtros al laboratorio de toxicología de la Universidad de Córdoba donde fueron pesados dentro

del cassette en una balanza Analítica digital OHAUS PA214 y enviados de regreso debidamente rotulados y numerados para su identificación, cada uno empacado en una bolsa de cierre hermético Ziploc. A continuación se relacionan los pesos obtenidos en el laboratorio de cada filtro:

Ilustración 3 Filtros cerrados herméticamente



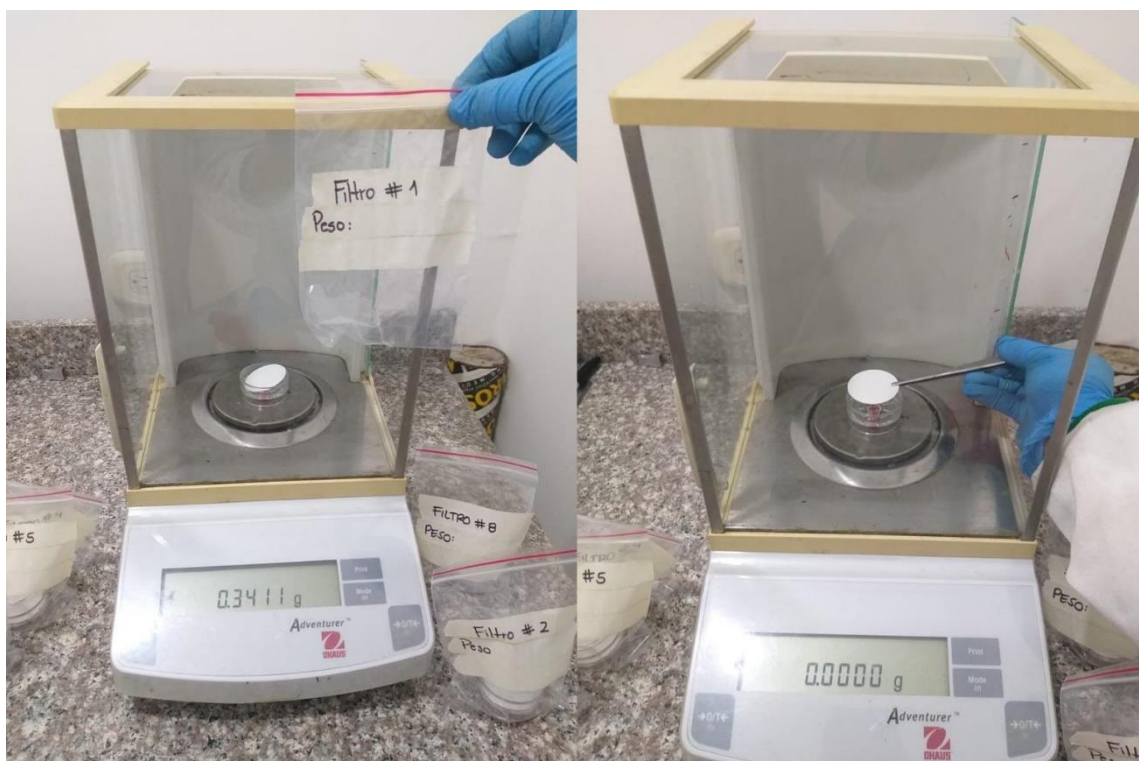
Fuente: Trabajo de campo

Tabla 8 Peso inicial de los filtros

N° Filtro	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso	0.341	0.235	0.313	0.331	0.3247	0.3243	0.3239	0.3356
Inicial (g)	1	9	7	5				

Fuente: Encuesta Higiénica

Ilustración 4 Pesado inicial de los filtros



Fuente: Trabajo de campo.

La primera medición fue realizada el día sábado 30 de junio de 2020 entre las 9:54 am y las 11:54 am, la humedad fue de 82% y una temperatura de 28° C. Se realizó la calibración del equipo en el lugar de trabajo a las 9:50 am y fue ubicado a un (1) metro de distancia de la pared donde se realizaría el trabajo. Se posicionó a una altura de 1,50 metros teniendo en cuenta la altura de los trabajadores y la ubicación de las vías respiratorias.

Ilustración 5 Calibración del equipo en el lugar de medición



Fuente: Trabajo de campo.

Siguiendo los protocolos de medición se procedió a insertar el filtro #1 en el equipo de medición y se dejó el filtro #2 por fuera del equipo de medición como filtro blanco.

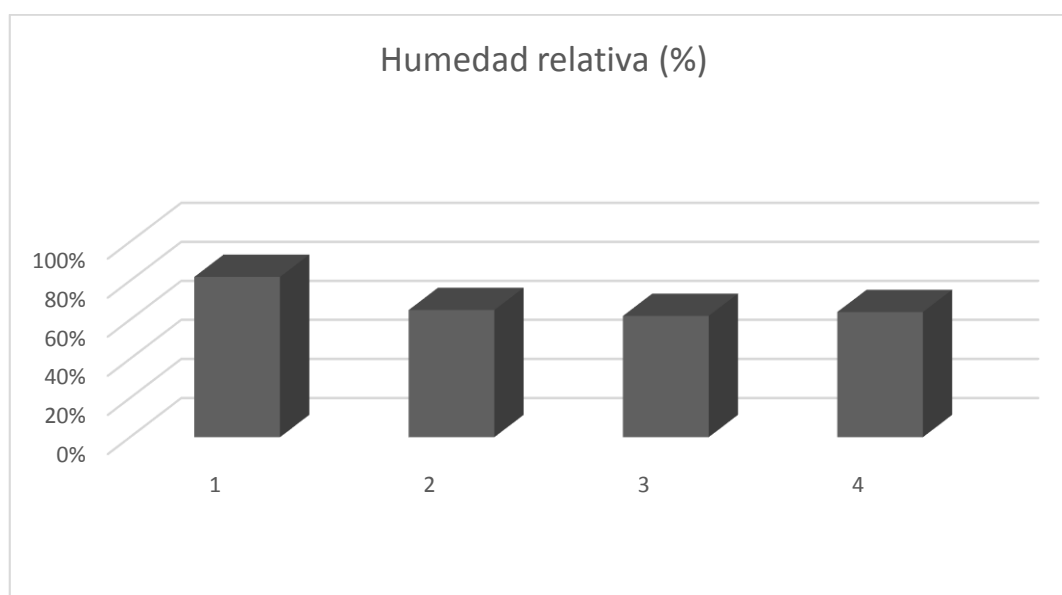
La segunda medición se realizó el martes 30 de junio a las 3:14 P.M. hasta las 4:14 P.M. del mismo día con una humedad relativa del 65% y una temperatura 32° Celsius, se usaron los filtros #3 en el dispositivo y #4 fuera del mismo como filtro blanco. La tercera y cuarta medición se realizaron el día 1 de julio desde la 1:41 P.M. hasta las 5:49 de la tarde, con una duración de 2 horas cada una, para este día en las horas de la tarde se reportó una temperatura de 31° Celsius y una humedad relativa de 62% (**ANEXO 4**). A continuación los datos tabulados:

Tabla 9 Datos en medición

N° de filtro	Hora inicio	Hora final	Tiempo de medición (min)	Condiciones ambientales	
				Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
1	9:54	11:54	120	28°	82%
2					
3	3:14	5:14	120	32°	65%
4					
5	1:41	3:41	120	31°	62%
6					
7	3:49	5:49	120	30°	64%
8					

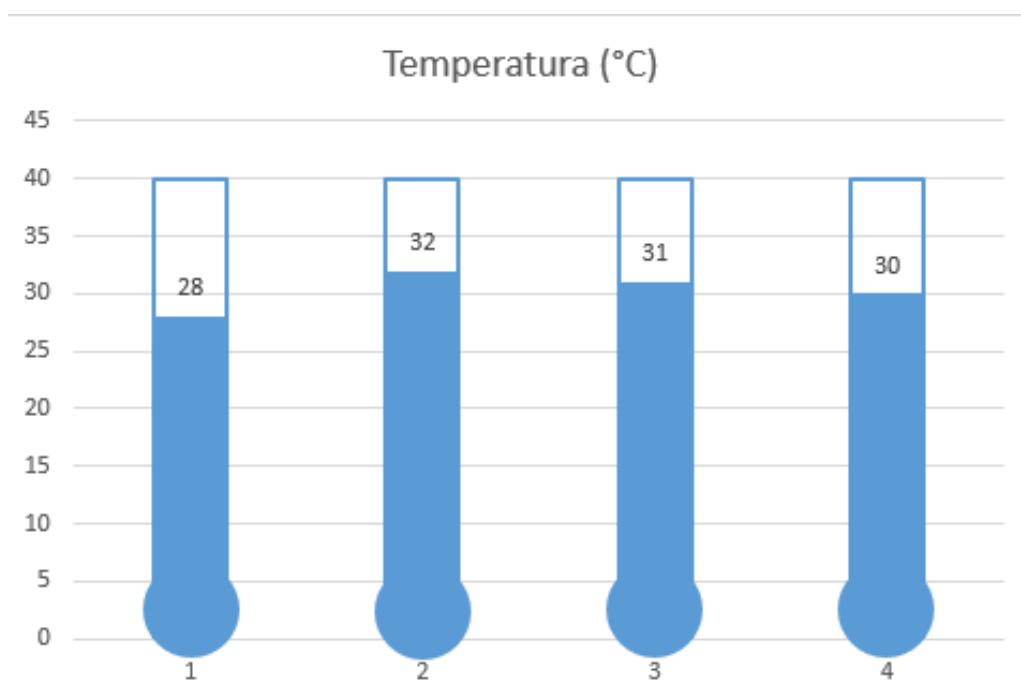
Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 6 Condiciones ambientales HUMEDAD



Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 7 Condiciones ambientales TEMPERATURA (°C)



Fuente: Trabajo de campo

Es de aclarar que las mediciones de humedad y temperatura se realizaron habiendo transcurrido una hora (60 min) de medición. Finalmente se recogieron las muestras y fueron enviadas al laboratorio de toxicología nuevamente.

Ilustración 8 Mediciones



Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 9 Mediciones 2



Fuente: Trabajo de campo.

5.4. Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados inicialmente se hallan las concentraciones de cada muestra a partir del caudal programado al equipo, el tiempo de medición y la diferencia de los pesos inicial y final de los filtros, para esto se tiene en cuenta que:

$$c=p/v$$

$$v = \text{caudal} * \text{tiempo de medición}$$

c = Concentración

p = Peso

v = Volumen

Al hallar las concentraciones de cada muestra se calcula la concentración media ponderada de la jornada de medición (8 horas) la cual se halla teniendo en cuenta los criterios propuestos en la norma UNE-EN 689 "Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición" donde se especifica que cuando se tienen varias muestras consecutivas durante todo el periodo de muestreo se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$c_m = \frac{\sum_{i=1}^n c_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} * \frac{T}{8}$$

Calculada la concentración media de la jornada de trabajo (8 horas) se realiza comparación con el TLV corregido; para realizar dicha corrección en el TLV existen diferentes modelos, entre los cuales se destaca (y los TLVs recomienda) el modelo BRIEFF Y ESCALA el cual propone la siguiente ecuación:

$$F.C = \left(\frac{40}{HS} \right) * \left(\frac{168 - HS}{128} \right)$$

Posterior al cálculo del TLV corregido se analizan los resultados obtenidos calculando el Índice de Riesgo (IR). Los resultados se encuentran a continuación:

Tabla 10 Datos finales RESULTADOS

N° DE FILTRO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	DIFERENCIA DE PESO (g)	DIFERENCIA DE PESO (mg)	CAUDAL (L/min)	TIEMPO DE MEDICIÓN (min)	VOLUMEN (L)	VOLUMEN (m3)	CONCENTRACIÓN (mg/m3)	CONCENTRACIÓN MEDIA (mg/m3)	TLV (mg/m3)	TLV CORREGIDO (mg/m3)	IR (%)
1	0.3411	0.3447	0.0036	3.6	1.67	120	200.4	0.2004	17.96407186	14.34630739	3	2.34375	6.12109115
2 (BLANCO)	0.3259	0.3274	0.0015	1.5									
3	0.3137	0.3166	0.0029	2.9	1.67	120	200.4	0.2004	14.47105788				
4 (BLANCO)	0.3315	0.3331	0.0016	1.6									
5	0.3247	0.3274	0.0027	2.7	1.67	120	200.4	0.2004	13.47305389				
6 (BLANCO)	0.3243	0.3243	0	0									
7	0.3239	0.3262	0.0023	2.3	1.67	120	200.4	0.2004	11.47704591				
8 (BLANCO)	0.3356	0.3363	0.0007	0.7									

Fuente: Estudio de medición concentración de material particulado 2020

En los resultados se observa que el índice de riesgo se encuentra por encima de uno, lo que nos demuestra que el material particulado generado por el proceso de lijado se encuentra fuera de los límites permisibles, tomando en cuenta la ACGIH. Esto quiere decir que el proceso es de alto riesgo y requiere de intervención inmediata. Para esto es necesario tomar medidas de control en la fuente, el medio y los trabajadores para prevenir futuros casos de enfermedades laborales.

Recalcamos que las muestras número 2, 4, 6 y 8 fueron utilizadas como blanco o valor de referencia, estas por teoría deben ser menor a la de los filtros usados por el equipo. También se observa que se obtuvo un peso mayor en las muestras número 1 y número 5 en relación a las muestras número 3 y número 7, esto tal vez a la vigorosidad con la que

se ejecuta el trabajo al comenzar la jornada y luego de consumir sus almuerzos, por lo que el rendimiento y paralelamente la generación de polvo, es mayor.

6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

Se logró evaluar y analizar los resultados arrojados por el equipo 3M™ EVM 7 en el proceso de lijado realizado por los empleados de la empresa C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO S.A.S. en la ciudad de Montería se pudo concluir lo siguiente:

- Se observó que el material particulado respirable e inhalable se encuentra fuera de los límites permisibles. En concordancia con esto se realizaron las respectivas recomendaciones para que este proceso sea más seguro para los trabajadores.
- Se aplicó la metodología correspondiente con la implementación del monitor ambiental 3M EVM 7 (medidor de material particulado) proporcionado por la Universidad de Córdoba y se pudo conocer la concentración de material particulado en el lugar de trabajo al momento de realizar el proceso de lijado.
- Se realizó el análisis correspondiente de las mediciones y se determinaron opciones de mejoras para la empresa, además de determinar el porcentaje de exposición de los trabajadores al riesgo.

Es importante recalcar la emergencia sanitaria actual, la cual complica la toma de medidas preventivas y correctivas de la generación de polvo en la empresa. Sin embargo se realizaron varias recomendaciones tanto en la fuente, el medio y en los empleados para

tratar de mermar la generación de polvo y afectaciones a los trabajadores por parte del material particulado. Estas recomendaciones se generaran teniendo en cuenta la capacidad financiera de la empresa para invertir en este problema. Luego se recomienda volver a realizar una medición y un estudio para verificar si las correcciones respectivas son o no beneficiosas.

Se pudo concluir también que la percepción de los trabajadores sobre la concentración del contaminante en el aire es correcta. Pues calificaron las condiciones como DEMASIADO y realmente la concentración de material particulado no cumple los límites permisibles. También se pudo suponer que los trabajadores no presentan enfermedades respiratorias, ni afectaciones en la piel evidentes a la percepción común. Esto debido a que su trabajo es altamente variable e inconstante, es decir, cambia mucho el tipo de actividades que realizan cada semana.

6.2. Recomendaciones

Para realizar las recomendaciones pertinentes se tuvo en cuenta la jerarquía establecida, las medidas preventivas y de control van en orden de importancia: Eliminación, Sustitución, Controles de Ingeniería, Controles Administrativos y uso de Elementos de Protección Personal. Con base en lo descrito por el INSTITUTO PARA LA SALUD GEOAMBIENTAL y tomando como referencia lo aclaro en GUÍA PARA LA PREVENCIÓN DE EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS, se realizaron las siguientes sugerencias (Instituto para la Salud Geoambiental, 2013) (Gobierno Vasco, 2012):

- Se propone implementar un mecanismo de succión de residuos al momento de realizar la tarea, este se podría realizar ubicando una aspiradora convencional cerca al lugar de trabajo, así ayudaría en gran medida a reducir la generación de material particulado.
- Maximizar la ventilación del lugar donde se realice la tarea, esto se puede lograr con la ayuda de ventiladores o bombas de aires. Estos serían ubicados a unos metros del trabajador en dirección opuesta a la salida más cercana del lugar donde se está realizando el trabajo, como una ventana o puerta.
- Monitorear de manera periódica el estado físico de los trabajadores, para así conocer las afectaciones a largo plazo que puedan ser causadas por el material particulado. Esto se puede llevar a cabo elaborando un programa de vigilancia epidemiológica.
- Fomentar charlas de seguridad enfocadas al agente de riesgo (polvo respirable e inhalable) en las cuales se explique a los trabajadores la importancia del uso adecuado de los elementos de protección personal, los peligros a los que se encuentran expuestos si por algún motivo no decidieran usar la protección proporcionada. Además se les informará y socializará los programas implementados para monitorear su salud, como lo es el programa de vigilancia epidemiológica recomendado en el punto anterior.
- Se recomienda hacer el cambio definitivo de las máscaras utilizadas actualmente por unas Full face 3M con filtros para material particulado 2096 P100 pues, Si se coloca correctamente, tiene variedad de aplicaciones, incluyendo la soldadura, material particulado en obras civiles, corte con soplete, de metal colado, exposición al plomo, el asbesto, el cadmio, el arsénico. para concentraciones de hasta 10 veces el límite de exposición permisible (PEL) con media máscara y

respiradores de careta completa cuando se realiza prueba de ajuste cualitativa, o hasta 50 veces PEL con respiradores de careta completa cuando se realiza prueba de ajuste cuantitativa.. Esto debido a que las afectaciones en la piel y en los ojos representa un gran porcentaje del problema. Con las máscaras Full face 3M se evitarían dichos inconvenientes.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA TESIS

Tabla 11 Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																	
	2020																
	MAR ZO		ABRIL				MAYO				JUNIO				JUL IO		
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
ACTIVIDADES																	
PRESENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO	X																
OBSERVACIONES		X															
PLANIFICACIÓN			X	X													
FUENTES					X	X											
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN							X	X	X	X	X	X	X				
MEDICIONES														X			

ANÁLISIS INTERPRETACIÓN	E																	X	
REDACCIÓN PREELIMINAR																		X	
PRESENTACIÓN LPROYECTO	DE																		X

8. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN. (2019). *UNE Normalización española*. Madrid.

Brito de Moraes, R. J., & Silva Araújo, I. P. (2016). Particulate Matter Concentration from Construction Sites. *Journal of Environmental Engineering*.

Cáceres, Y. (2015, Octubre 1). *INFOSST*. Retrieved from <https://infosst.wordpress.com/2015/10/01/factor-de-riesgo-higienicos/>

Fundación de prevención de riesgos laborales. (2011). Guía de buenas prácticas para el control del polvo y la sílice cristalina en el sector de ladrillos y tejas de arcilla.

Garcia, A., & Simanca, T. (2019). MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PRESENTE EN EL ÁREA DE MOLIENDA DE ARCILLA DE LA EMPRESA LADRILLERA LOS CERROS S.A. KM 34 VÍA MONTERÍA – PLANETA RICA.

Gaviria, C. F. (2009). *Contaminación por material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín*.

- Gobierno Vasco. (2012). GUÍA PARA LA PREVENCIÓN DE EMISIONES. *GUÍA PARA LA PREVENCIÓN DE EMISIONES*.
- GÓMEZ, M. (2013). *PREVENCIONINTEGRAL.COM*. Retrieved from <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2013/exposicion-laboral-material-particulado-nanoparticulas-su-incidencia-en-salud-trabajador>
- Gonzalez, X. (2018, Junio 28). *LA REPUBLICA*. Retrieved from <https://www.larepublica.co/especiales/especial-construccion/el-sector-de-obras-registro-88102-accidentes-de-trabajo-durante-el-2017-2743590>
- HYSLA. (2018). *Blog hysla*. Retrieved from <https://www.hysla.com/enfermedades-profesionales-en-la/>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2007). *LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO*. Madrid, España: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud.
- Instituto para la salud geoambiental. (2013). *saludgeoambiental.org*. Retrieved from https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado?gclid=Cj0KCQjw9ZzzBRCKARIsANwXaeICYG_sSjZW0oegVE6hDdYzxWXeLQP_TD8n8drWHTkiyFTtIP0fs5saAhFLEALw_wcB
- Instituto para la Salud Geoambiental. (2013). *SALUDGEOAMBIENTAL.ORG*. Retrieved from https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado?gclid=Cj0KCQjw6ar4BRDnARIsAITGzlBouYq8Z56bykgXZA0tL3HK7BRIZrd3w1ebg_kzujtywrb6WIMUx5YaAhnHEALw_wcB
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (2013). POLVO. In *LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO* (pp. 223-234). Madrid, España.
- KONKRETEK. (2015). *koncretek.com*. Retrieved from <http://koncretek.com/>

- MAPFRE, F. (1996). *Manual de Higiene Industrial*. Madrid: MAPFRE S.A.
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2016). Contaminantes químicos en el ambiente laboral. Madrid.
- Organización mundial de la Salud. (2017). <https://www.who.int/>. Retrieved from <https://www.who.int/respiratory/es/>
- Peralta, A. (1991). Características de la Industria de la Construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, N°11, 17.
- Plaza, C. Á. (2018). *Neumoconiosis*.
- Rodríguez Sousa, E. (2016). *Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable*.
- Salazar, C. M. (2017). *Exposición ocupacional a contaminación atmosférica de material particulado*. Medellin.
- Suárez, A. (2011). *Diagnóstico Y Control De Material Particulado: Partículas Suspendidas Totales Y Fracción Respirable Pm10*.
- Vivar Martínez, E. F. (2014). *Cuantificación de Material Particulado PM10 Y su efecto toxicológico ambiental en la ciudad de Azogues*.

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1

ENCUESTA HIGIENICA PROCESO DE LIJADO - C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO SAS											
Fecha: 02/06/2020											
DATOS DEL TRABAJADOR											
NOMBRE: Miguel Garcia Peiza											
EDAD: 40											
CARGO: Oficial											
DATOS DE LA EMPRESA											
JORNADA DE TRABAJO: Diurna											
MATERIAL UTILIZADO: Masilla, agua											
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS: Lija											
FACTORES HIGIENICOS											
1. ¿A que agente cree que se encuentra expuesto que pueda perjudicar su salud?											
R/. Polvo											
2. ¿Cuáles son las principales fuentes de generación de estos agentes mencionados anteriormente?											
R/. El Proceso de lijado											
3. ¿Cómo calificaria la concentración del agente en el ambiente?											
Nada		Poca		Media		Alta		Mucha		Demás	X
4. ¿Ha presentado alguna vez afectaciones a la salud relacionadas con agentes de riesgo en el trabajo? Como por ejemplo irritación en las vías respiratorias, ojos, nariz, tos o dificultades para respirar, asma o alergias en la piel.											
Si	X	No		Si la respuesta es si: Dificultad para respirar							
Cual o cuales: Irritación de las vías respiratorias, asma											
5. ¿Con qué medidas de prevención cuenta actualmente?											
En la fuente: Ninguna											
En el medio: Ninguna											
En el trabajador: Tapabocas o mascarilla, gafas de seguridad											
6. Considera que son suficientes las medidas de prevención con las que cuenta actualmente?											
R/. No											
7. Califique del 1 al 10 el nivel de exposición al polvo											
R/.	1	2	3	4	5	6	7	8	X	10	
Recomendaciones por parte del trabajador:											
Ninguna											

ENCUESTA HIGIENICA PROCESO DE LIJADO - C&C ARQUITECTURA Y DISEÑO SAS											
Fecha: 02/06/2020											
DATOS DEL TRABAJADOR											
NOMBRE: Fdel Luis Pothillo Perez											
EDAD: 24											
CARGO: Oficial											
DATOS DE LA EMPRESA											
JORNADA DE TRABAJO: Diurna											
MATERIAL UTILIZADO: Masilla gyplac											
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS: lija de agua 180											
FACTORES HIGIENICOS											
1. ¿A que agente cree que se encuentra expuesto que pueda perjudicar su salud?											
R/. Polvo											
2. ¿Cuáles son las principales fuentes de generación de estos agentes mencionados anteriormente?											
R/. El lijado											
3. ¿Cómo calificaría la concentración del agente en el ambiente?											
Nada		Poca		Media		Alta		Mucha		Demas	X
4. ¿Ha presentado alguna vez afectaciones a la salud relacionadas con agentes de riesgo en el trabajo? Como por ejemplo irritación en las vías respiratorias, ojos, nariz, tos o dificultades para respirar, asma o alergias en la piel.											
Si	X	No		Si la respuesta es si:							
Cual o cuales: Dificultad para respirar, alergia en ojos y nariz											
5. ¿Con qué medidas de prevención cuenta actualmente?											
En la fuente: Ninguna											
En el medio: Ninguna											
En el trabajador: Mascarilla, gafas de seguridad											
6. Considera que son suficientes las medidas de prevención con las que cuenta actualmente?											
R/. No											
7. Califique del 1 al 10 el nivel de exposición al polvo											
R/.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Recomendaciones por parte del trabajador: Mascarillas mejores											

9.2. Anexo 2

Certificate of Calibration

Certificate Number: 1811020902EMS110001

Model: EVM-7
S/N: EMS110001

Date Issued: 02-Nov-2018

On this day of manufacture and calibration, TSI certifies that the above listed product meets or exceeds the performance requirements of the following standard(s):

ISO 10012 Quality Assurance Requirements For Measuring Equipment

Test Procedure: S074-705

Test Conditions: Temperature: 18-25°C Humidity: 20-80% R.H. Barometric Pressure: 950-1050 mBar

Subassemblies:

PPM PID Sensor	220180105
CO2 Dynament Premier	3018781886
90° Light Scattering Photometer	N/A

Reference Material(s):

Device	Ref Standard Cal Due	Tolerance
Isobutylene PPM Cal Gas	01-May-2020	+/-2% Isobutylene
CO2 Cal Gas	01-Mar-2020	+/- 12% Carbon Dioxide
Reference Test Dust ISO 12103-1 A2 Fine (Arizona Road Dust)		N/A

Calibrated By:


Linda Osterndorf - Assembler

In order to maintain best performance we recommend user calibration for gas sensors before each use. Any number of factors may cause the calibration to drift before the recommended interval has expired.

Test equipment used in this test is traceable to NIST, and applies only to the unit identified above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of TSI, Inc.



TSI INCORPORATED – OCONOMOWOC

1050 Corporate Center Drive, Oconomowoc, WI 53066 USA
tel 608 490 2811 + toll free 800 245 0779 + web www.tsi.com

An ISO 9001
Registered Company

EU Declaration of Conformity

Product Line: EVM Series, Environmental Monitor **Model No:** EVM-7 **S/N:** EMS110001

Directives Covered:

- > Council Directive 2014/30/EU on Electromagnetic Compatibility
- > Council Directive 2014/35/EU on Low Voltage Equipment Safety
- > Council Directive 2011/65/EU on the restriction and use of certain hazardous substances
- > WEEE / Council Directive 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment

The basis on which conformity is being declared:

EN 61326-1 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements,
Group 1, Class B Equipment (emissions)

EN 61326-1 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
Industrial Location Immunity

IEC 61326-2-2 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements,
Part 2-2: Particular requirements - Test configurations, operational conditions and performance
criteria for portable test, measuring and monitoring equipment used in low-voltage distribution
systems

CFR:47 (2008) Code of Federal Regulations: Part 15 Subpart B - Radio Frequency Devices - Unintentional Radiators

IEC 61010-2-081 (2003) Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use,
Part 2-081: Particular requirements for automatic and semi-automatic laboratory equipment for
analysis and other purposes

EN 50581 (2012) Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect
to the restriction of hazardous substances

Note: This certification applies to all standard options and accessories supplied with the instrument.

At the end of its life cycle, this product, and any internal lithium cell, must be sent to a WEEE recycling center, and is marked accordingly.

The technical construction file required by this directive is maintained in Oconomowoc, WI USA


Tom



9.3. Anexo 3

Certificado No:
LMS18726
Masa (instrumentos de pesaje)
Página 1 de 3



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Este certificado es emitido acorde con los requisitos del estándar internacional ISO/IEC 17025 de acuerdo con la edición relacionada en el certificado de acreditación 11-LAC-001 vigente a la fecha y los criterios de acreditación para laboratorios de calibración del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC). Sin la aprobación de Laboratorios de Metrología SIGMA no se debe reproducir este certificado, excepto cuando se reproduce de forma total y se tenga la seguridad de que partes del certificado no se sacan de contexto.

Información del solicitante:

Razón social:	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
Dirección:	Carrera 6A No 77 - 305
Ciudad, Departamento:	Montería, Córdoba
Fecha de recepción:	2019-09-18
Número de reporte:	8993

Información del Instrumento bajo calibración:

Descripción del Instrumento:	Instrumento de pesaje electrónico
Fabricante:	OHAUS
Modelo:	AR2140
Serie:	L284 1228340456 P
Identificación:	E-TOX-006
Fecha de calibración:	2019-09-18
Lugar de calibración:	Laboratorio de Toxicidad

Método de calibración utilizado:

El instrumento fue calibrado utilizando el método de comparación directa con masas patrón, las pruebas aplicadas se encuentran documentadas en la guía SIM MWG7/cg-01/v.00:2009 (guía para la calibración de los instrumentos de pesar de funcionamiento no automático) en los numerales 5.1, 5.2 y 5.3 y en el procedimiento interno PEM-06: calibración de equipos de pesaje según guía SIM.

Número de páginas del certificado incluyendo anexos: 3

Firma Autorizada

Fecha de emisión

Sello

John Alberto León Ramirez
Director Técnico

2019-09-24



PEM-30 ED-08 2019-05-30

LABORATORIOS DE METROLOGÍA SIGMA LTDA
Av. El dorado No. 85D - 55 Local E-35. Telefax: 571 - 410 73 74 Bogotá, Colombia.
E-mail: dircomercial@laboratoriosigma.com, Web: www.laboratoriosigma.com

CS Escaneado con CamScanner

E: MR/MM

R: JL/DT

A: JL/DT

9.4. Anexo 4



